

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. Juni 2003 (26.06.2003)

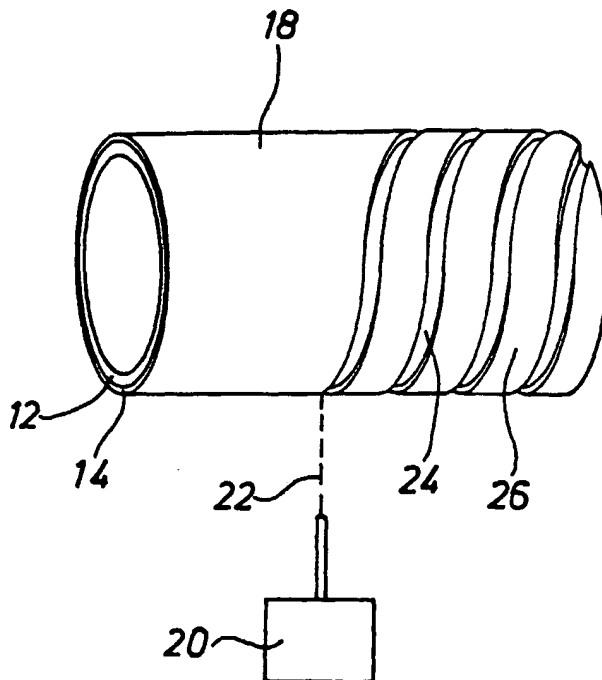
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/052776 A2

PCT

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01C** (74) **Anwalt:** KNAPP, Thomas; Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, Postfach 10 37 62, 70032 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/14310 (81) **Bestimmungsstaaten (national):** CA, US.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 16. Dezember 2002 (16.12.2002) (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch **Veröffentlicht:**
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
- (30) Angaben zur Priorität: 101 62 276.7 19. Dezember 2001 (19.12.2001) DE
- (71) Anmelder und
(72) **Erfinder:** RUSSEGGER, Elias [AT/AT]; Obergäu 302, A-5440 Golling (AT).
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title:** METHOD FOR THE PRODUCTION OF AN ELECTRICALLY CONDUCTIVE RESISTIVE LAYER AND HEATING AND/OR COOLING DEVICE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EIER ELEKTRISCH LEITENDEN WIDERSTANDSSCHICHT SOWIE HEIZ- UND/ODER KÜHLVORRICHTUNG



(57) **Abstract:** An electrically conductive resistive layer (26) is produced by thermally injecting an electrically conductive material (18) onto the surface of a non-conductive substrate (12). Initially, the material layer (14) arising therefrom has no desired shape. The material layer (14) is then removed (24) in certain areas so that an electrically conductive resistive layer (26) having said desired shape is produced.

(57) **Zusammenfassung:** Eine elektrisch leitende Widerstandsschicht (26) wird dadurch hergestellt, dass zunächst mittels thermischem Spritzen auf einen nicht leitenden Untergrund (12) ein elektrisch leitendes Material (18) flächig aufgebracht wird. Eine hieraus entstandene Materialschicht (14) weist zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form. Danach wird die Materialschicht (14) bereichsweise derart entfernt (24), dass eine elektrisch leitende Widerstandsschicht (26) entsteht, welche im Wesentlichen die gewünschte Form hat.

WO 03/052776 A2

BEST AVAILABLE COPY

Titel: Verfahren zum Herstellen einer elektrisch leitenden
Widerstandsschicht sowie Heiz- und/oder
Kühlvorrichtung

Beschreibung

Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Herstellen einer elektrisch leitenden Widerstandsschicht, bei dem ein elektrisch leitendes Material mittels thermischem Spritzen auf einen nicht leitenden Untergrund aufgebracht wird.

Ein solches Verfahren ist aus der DE 198 10 848 A1 bekannt. In dieser ist ein Heizelement beschrieben, welches dadurch hergestellt wird, dass auf Oberflächen eines Substrats mittels Lichtbogenzerstäubung oder im Plasmaspritzverfahren bandförmige Schichten aus einem elektrisch leitenden und einen Widerstand bildenden Material aufgetragen werden. Um die gewünschte Form der elektrisch leitenden Schicht zu erzielen, wird zuvor mittels eines Printverfahrens eine Trennlage auf das Substrat aufgebracht. Die Trennlage ist aus einem solchen Material, dass an jenen Stellen des Substrats, an denen die Trennlage vorhanden ist, das elektrisch leitende Material nicht anhaftet.

Das bekannte Verfahren hat den Nachteil, dass es relativ

aufwändig ist und daher die Teile mit den elektrisch leitenden Widerstandsschichten vergleichsweise teuer sind. Darüber hinaus können mit dem bekannten Verfahren nur mehr oder weniger ebene Teile mit einer elektrisch leitenden Schicht versehen werden.

Die vorliegende Erfindung hat daher die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass die Herstellung einer elektrisch leitenden Schicht auf einem Untergrund einfacher und preiswerter möglich ist und auch komplex geformte Gegenstände mit einer derartigen elektrisch leitenden Widerstandsschicht versehen werden können.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass das elektrisch leitende Material flächig derart aufgebracht wird, dass eine hieraus entstandene Materialschicht zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist und danach die Materialschicht bereichsweise derart entfernt wird, dass eine elektrisch leitende Widerstandsschicht entsteht, welche im Wesentlichen die gewünschte Form hat.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist keine spezielle Vorbehandlung erforderlich, um die gewünschte Form der elektrisch leitenden Widerstandsschicht zu erhalten. Stattdessen wird zunächst das elektrisch leitende Material, aus dem die Widerstandsschicht besteht, flächig und im

Allgemeinen gleichmäßig auf dem nicht leitenden Untergrund aufgebracht. Die Aufbringung mittels thermischem Spritzen sorgt dabei für eine hohe Anhaftung des elektrisch leitenden Materials auf dem nicht leitenden Untergrund. Darüber hinaus können die unterschiedlichsten Materialien schnell und sehr gleichmäßig auf diese Art und Weise auf dem nicht leitenden Untergrund aufgebracht werden.

Danach wird mittels einer geeigneten Einrichtung das aufgebrachte elektrisch leitende Material an bestimmten Stellen entfernt. Hierdurch wird auch eine komplexe Formgebung der elektrisch leitenden Schicht in nur zwei Arbeitsschritten ermöglicht.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

Zunächst wird vorgeschlagen, dass das bereichsweise Entfernen der Materialschicht mittels Laserstrahlung oder mittels eines Wasserstrahls oder mittels eines Pulver-Sandstrahls erfolgt.

Bei der Verwendung von Laserstrahlung wird das Material so stark erhitzt, dass es verdampft. Die Verwendung eines Laserstrahls hat dabei den Vorteil, dass mit ihm sehr rasch sehr hohe Energien in das elektrisch leitende Material eingekoppelt werden können, so dass dieses sofort verdampft. Durch diese augenblickliche Verdampfung des elektrisch

leitenden Materials wird sichergestellt, dass nur vergleichsweise wenig Wärme in den unter dem elektrisch leitenden Material vorhandenen Untergrund eingekoppelt wird. Dieser wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren also nicht beschädigt. Das Abdampfen hat gegenüber dem Verbrennen den Vorteil, dass im Wesentlichen keine Rückstände in den abgedampften Bereichen auf dem Untergrund verbleiben und so deren Isolierwirkung sehr gut ist.

Durch eine entsprechende Optik der Vorrichtung, welche den Laserstrahl aussendet, kann dieser in beinahe beliebiger Weise auf das herzustellende Werkstück gerichtet werden. Somit können zum einen beliebig komplexe Konturen aus dem aufgespritzten elektrisch leitenden Material herausgedampft werden, so dass entsprechend komplex konturierte elektrische Widerstandsschichten hergestellt werden können. Zum anderen können aber auch solche Werkstücke bearbeitet werden, welche selbst dreidimensional komplex gestaltet sind. In insgesamt nur zwei Arbeitsschritten kann somit eine elektrisch leitende Widerstandsschicht mit komplexer Geometrie hergestellt werden.

Bei der Verwendung eines Wasserstrahls wird überhaupt keine thermische Energie in das Werkstück eingekoppelt. Dies ist besonders bei der Bearbeitung wärmeempfindlicher Kunststoffe vorteilhaft. Gleiches gilt auch für die Verwendung von Pulver-Sandstrahlen.

In einer anderen besonders bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, dass während des bereichsweisen Entfernens der Materialschicht der elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Widerstandsschicht wenigstens mittelbar erfasst wird. Auf diese Weise ist bereits unmittelbar während der Herstellung der elektrisch leitenden Schicht eine präzise Qualitätskontrolle möglich.

In Weiterbildung hierzu wird vorgeschlagen, dass ein Istwert des elektrischen Widerstandes der elektrisch leitenden Widerstandsschicht mit einem Sollwert verglichen und durch bereichsweises Entfernen zusätzlichen elektrisch leitenden Materials der elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Schicht derart verändert wird, dass die Differenz zwischen Istwert und Sollwert reduziert wird. Dies hat den Vorteil, dass bereits während der Herstellung der elektrisch leitenden Schicht Abweichungen von einem gewünschten Widerstand ausgeglichen werden können.

Derartige Abweichungen können bspw. dadurch entstehen, dass beim Spritzen des thermisch leitenden Materials bereichsweise unterschiedliche Mengen des elektrisch leitenden Materials auf den Untergrund gelangen, so dass die hieraus entstehende elektrisch leitende Schicht an einer Stelle eine andere Dicke aufweist als an einer anderen Stelle. Mit dem hier

vorgeschlagenen Verfahren können Abweichungen des Istwerts des elektrischen Widerstands der elektrisch leitenden Schicht vom Sollwert mit einer Genauigkeit von $\pm 1\%$ ausgeglichen werden. Das bereichsweise Entfernen zusätzlichen elektrisch leitenden Materials kann eine Verkürzung oder Verlängerung der elektrisch leitenden Schicht und/oder die Veränderung der Breite der elektrisch leitenden Schicht beinhalten.

Dabei ist es wiederum besonders vorteilhaft, wenn die Erfassung des Istwerts des elektrischen Widerstand der elektrisch leitenden Widerstandsschicht und die Reduktion der Differenz zwischen Istwert und Sollwert parallel erfolgen. Dies ist möglich, da bereits während der Bearbeitung der elektrisch leitenden Schicht mittels Laserstrahlung der elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Schicht gemessen werden kann. Wird dieses erfindungsgemäße Verfahren angewendet, kann bei der Herstellung der elektrisch leitenden Widerstandsschicht Zeit und somit Geld gespart werden.

In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auch vorgeschlagen, dass die Materialschicht derart entfernt wird, dass an mindestens einer Stelle der elektrisch leitenden Schicht eine Soll-Schmelzstelle im Sinne einer Schmelzsicherung entsteht. Eine solche integrierte Schmelzsicherung erhöht die Sicherheit bei der Verwendung der elektrisch leitenden Widerstandsschicht. Dabei kann die Schmelzsicherung praktisch ohne zusätzliche Kosten und

zusätzlichen Zeitaufwand in die elektrisch leitende Widerstandsschicht integriert werden.

Vorteilhaft ist auch, wenn die Materialschicht derart entfernt wird, dass die elektrisch leitende Widerstandsschicht wenigstens bereichsweise mäanderförmig ist. Dies ermöglicht die Ausbildung einer möglichst langen elektrisch leitenden Widerstandsschicht auf einer kleinen Fläche.

Vorgeschlagen wird auch, dass nach dem bereichsweisen Entfernen des elektrisch leitenden Materials und der Fertigstellung der elektrisch leitenden Widerstandsschicht auf diese eine nicht leitende Zwischenschicht aufgebracht, danach ein elektrisch leitendes Material mittels thermischem Spritzen auf die nicht leitende Zwischenschicht flächig derart aufgebracht wird, dass eine hieraus entstandene Materialschicht zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist, und danach mittels Laserstrahlung die Materialschicht bereichsweise derart entfernt wird, dass eine zweite elektrisch leitende Schicht entsteht, welche die gewünschte Form hat. Erfindungsgemäß ist es also möglich, mehrere Schichten übereinander anzuordnen. Dabei sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das erfindungsgemäße Verfahren nicht nur für die Ausbildung von zwei übereinander angeordneten elektrisch leitenden Widerstandsschichten, sondern für eine beliebige Anzahl

übereinander angeordneter Widerstandsschichten anwendbar ist.

Das elektrisch leitende Material umfasst vorzugsweise Bismut, Tellurium, Germanium, Silizium und/oder Galliumarsenid. Diese Materialien haben sich für das Aufbringen mittels thermischem Spritzen und die anschließende Bearbeitung mittels Laserstrahlung als besonders günstig erwiesen. Darüber hinaus sind mit diesen Materialien die einschlägig bekannten technischen Effekte realisierbar.

Als günstig für die Aufbringung des elektrisch leitenden Materials auf den Untergrund hat sich Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Lichtbogenspritzen, Autogenspritzen, Laserspritzen oder Kaltgasspritzen erwiesen.

Vorgeschlagen wird ferner, dass das elektrisch leitende Material so aufgebracht und die Materialschicht bereichsweise so entfernt wird und ein solches Material umfasst, dass eine elektrische Heiz- oder eine elektrische Kühlschicht gebildet wird. Bei der Herstellung einer elektrischen Kühlschicht wird vorteilhafterweise der "Peltier-Effekt" ausgenutzt.

In vorteilhafter Weiterbildung wird auch vorgeschlagen, dass der örtliche elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Widerstandsschicht durch eine lokale Wärmebehandlung eingestellt wird. Durch eine Erwärmung können lokal Oxide in die Schicht eingetragen werden, was sich auf die örtliche

elektrische Leitfähigkeit des Materials auswirkt. Dies ermöglicht eine besonders präzise und feine Einstellung des elektrischen Widerstands.

Außerdem ist es günstig, wenn die elektrisch leitende Widerstandsschicht versiegelt wird. Dies hat vor allem Vorteile bei einem porösen Untergrund (beispielsweise Metall mit Al_2O_3 -Zwischenschicht). Eine Versiegelung vermindert das Risiko von Elektrodurchschlägen aufgrund der Luftfeuchtigkeit, insbesondere bei hoher Spannung. Als Material für die Versiegelung eignet sich Silikon, Polyimid, oder Wasserglas, letzteres auf Natrium- oder Kaliumbasis. Die Aufbringung kann durch Tauchen, Spritzen, Streichen, etc. erfolgen. Die Dichtigkeit der Versiegelung ist dann am besten, wenn die Versiegelungsschicht unter Vakuum aufgebracht wird.

Als nichtleitender Untergrund kommt auch Glas oder Glaskeramik in Frage. Hierauf kann die elektrische Widerstandsschicht vor allem durch Plasmaspritzen dauerhaft aufgebracht werden. Die gute Isolierwirkung von Glas macht eine Erdung im Betrieb der Widerstandsschicht überflüssig. Möglich ist auch die Verwendung von speziellem Hochtemperaturglas, wie beispielsweise Ceranglas (R).

Die Erfindung betrifft auch eine Heiz- und/oder Kühlvorrichtung mit einem nicht leitenden Untergrund und

einer auf den Untergrund durch thermisches Spritzen aufgetragenen elektrisch leitenden Widerstandsschicht.

Die Herstellkosten für eine derartige Heiz- und/oder Kühlvorrichtung können gesenkt werden, wenn die Widerstandsschicht ein durch thermisches Spritzen zunächst flächig aufgetragenes elektrisch leitendes Material umfasst, welches danach mittels Laserstrahlung bereichsweise entfernt und so in eine gewünschte Form gebracht wurde.

Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Darstellung eines Rohres, auf welches ein elektrisch leitendes Material aufgespritzt wird;

Figur 2 das Rohr von Fig. 1, dessen elektrisch leitende Materialschicht mittels Laserstrahlung bearbeitet wird;

Figur 3 eine Seitenansicht des Rohres von Fig. 2 nach der Bearbeitung;

Figur 4 eine Draufsicht auf ein plattenförmiges Teil mit

einer mäanderförmigen elektrisch leitenden
Widerstandsschicht;

Figur 5 zwei Diagramme, wobei im einen Diagramm der
 zeitliche Verlauf des elektrischen Widerstands und
 im anderen Diagramm der zeitliche Verlauf der Länge
 der elektrisch leitenden Widerstandsschicht von
 Fig. 4 während ihrer Herstellung dargestellt sind;
 und

Figur 6 einen Schnitt durch ein plattenförmiges Teil mit
 zwei übereinander angeordneten elektrisch leitenden
 Widerstandsschichten.

In den Figuren 1 und 2 ist die Herstellung eines rohrförmigen
Durchlauferhitzers dargestellt: Dabei wird auf ein Rohr 12
aus einem hochtemperaturbeständigen und einen elektrischen
Isolator bildenden Werkstoff eine elektrisch leitende
Materialschicht 14 aufgebracht (Fig. 1). Die Aufbringung
erfolgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel mittels einer
Vorrichtung 16, mit der Germaniumpartikel 18 auf das Rohr 12
aufgespritzt werden. Die Aufbringung erfolgt durch
Kaltgasspritzen (auch "gasdynamisches Pulverbeschichten"
genannt).

Bei diesem Spritzprozess werden die ungeschmolzenen
Germaniumpartikel auf Geschwindigkeiten von ungefähr 300 -

1.200 m/s beschleunigt und auf das Rohr 12 gespritzt. Beim Aufprall auf das Rohr 12 verformen sich die Germaniumpartikel 18 und auch die Oberfläche des Rohres 12. Durch den Aufprall werden Oberflächenoxide auf der Oberfläche des Rohrs 12 aufgebrochen. Durch Mikroreibung aufgrund des Aufpralls steigt die Temperatur an der Berührungsfläche und führt zu Mikroverschweißungen.

Die Beschleunigung der Germaniumpartikel 18 erfolgt mittels eines Fördergases, dessen Temperatur leicht erhöht sein kann. Da jedoch das Germaniumpulver 18 in keinem Fall seine Schmelztemperatur erreicht, sind die an der Oberfläche des Rohres 12 entstehenden Temperaturen relativ moderat, so dass bspw. ein vergleichsweise preiswertes Kunststoffmaterial für das Rohr 12 verwendet werden kann.

In anderen, nicht dargestellten Ausführungsbeispielen kann anstelle des Kaltgasspritzens auch Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Lichtbogenspritzen, Autogenspritzen oder Laserspritzen zur Aufbringung des elektrisch leitenden Materials auf den Untergrund verwendet werden. Anstelle von Germanium eignen sich auch Bismut, Tellurium, Silizium und/oder Galliumarsenid, je nach gewünschtem technischen Effekt.

Die Beschichtung des Rohres 12 mit den Germaniumpartikeln 18 erfolgt zunächst so, dass nach und nach die gesamte

Oberfläche des Rohres 12 mit der aus Germanium bestehenden Materialschicht 14 bedeckt ist (vgl. Fig.1). Diese Materialschicht 14 hat jedoch noch nicht die gewünschte Form: Um einen rohrförmigen Durchlauferhitzer herstellen zu können, muss eine elektrisch leitende Widerstandsschicht hergestellt werden, welche in der Art einer Spirale in Umfangsrichtung um das Rohr 12 verläuft. Hierzu wird, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, mittels einer Laservorrichtung 20 ein Laserstrahl 22 so auf die noch "formlose" Materialschicht 14 gerichtet, dass ein sich spiralenförmig um das Rohr 12 erstreckender Bereich 24 geschaffen wird, in dem das aufgespritzte elektrisch leitende Material 14 nicht mehr vorhanden ist.

Dies geschieht dadurch, dass das Material der Materialschicht 14 an dem Ort, an dem der Laserstrahl 22 auf die Schicht 14 trifft, schlagartig so stark erhitzt wird, dass es verdampft. Die Laservorrichtung 20 einerseits und eine in der Figur nicht dargestellte Vorrichtung, mit welcher das Rohr 12 gehalten ist, werden dabei so bewegt, dass ein kontinuierlicher Arbeitsprozess durch die Laservorrichtung 20 möglich ist.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, wird hierdurch eine sich von einem axialen Ende des Rohres 12 zum anderen erstreckende und spiralenförmig in Umfangsrichtung verlaufende elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 geschaffen. Das Rohr 12 und die elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 bilden

insgesamt einen elektrischen Durchlauferhitzer 28.

Figur 4 zeigt in der Draufsicht eine ebene Heizplatte 28. Diese besteht aus einem in dieser Draufsicht nicht sichtbaren nicht leitenden Untergrund, auf dem analog zu dem in den Fig. 1 und 2 beschriebenen Verfahren zunächst eine flächige Materialschicht 14 aufgebracht wurde, aus der anschließend Bereiche 24 mittels eines Laserstrahls abgedampft wurden (aus Darstellungsgründen ist nur ein Bereich 24 mit Bezugszeichen versehen). Hierdurch entstand eine mäanderförmig sich von einem Ende zum anderen Ende der Platte 28 erstreckende elektrisch leitende Widerstandsschicht 26. Diese weist jedoch zwei Besonderheiten auf:

Zunächst ist an dem in Fig. 4 oberen Ende die Materialschicht 14, aus der die elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 hergestellt ist, so abgedampft worden, dass die Leiterbahn 26 eine Querschnittsverengung aufweist. Hierdurch wird eine Schmelzsicherung 30 geschaffen, durch welche der Betrieb der Heizplatte 28 abgesichert wird.

Eine zweite Besonderheit besteht darin, dass die Heizleistung bzw. die Wärmestromdichte der elektrisch leitenden Widerstandsschicht noch während ihrer Herstellung so korrigiert wurde, dass sie mit sehr hoher Präzision der gewünschten Heizleistung und der gewünschten Wärmestromdichte entspricht. Dies geschieht auf folgende Art und Weise:

An Endbereiche 32 und 34 der elektrisch leitenden Widerstandsschicht 26 wird während des Abdampfens der Bereiche 24 eine elektrische Spannung angelegt, so dass während dieses Abdampfens der elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Schicht 26 kontinuierlich gemessen werden kann. Mit dem Laserstrahl wird dabei die Materialschicht 14 nur in zunächst sehr schmalen Bereichen 24 abgedampft. Die in Fig. 4 horizontal verlaufenden abgedampften Bereiche 24 verlaufen also zunächst nur von einem in Fig. 4 gestrichelt dargestellten Rand 36 bis zu dem darüber liegenden horizontalen Rand 38 der elektrisch leitenden Widerstandsschicht 26 (auch hier ist aus Darstellungsgründen nur in einem Bereich 24 das entsprechende Bezugszeichen eingetragen). Darüber hinaus wird die Materialschicht 14 zunächst vom Laserstrahl so bearbeitet, dass der in Fig. 4 untere elektrische Endbereich 34 relativ breit ist. Dies ist ebenfalls durch eine gestrichelte Linie mit dem Bezugszeichen 40 dargestellt.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird während des Abdampfens der Bereiche 24 aus der Materialschicht 14 durch Widerstandsmessung der entstehenden Schicht 26 festgestellt, dass der tatsächliche elektrische Widerstand WIST (vgl. Fig. 5) der elektrisch leitenden Widerstandsschicht 26 geringer ist als der an sich gewünschte elektrische Widerstand WSOLL. Der in Fig. 4 untere Anschlussbereich 34 der elektrisch

leitenden Widerstandsschicht 26 wird daher vom Laserstrahl so bearbeitet, dass seine Breite abnimmt, es wird also zusätzliches Material abgedampft. Hierdurch verlängert sich die elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 um ein Maß dl (vgl. Fig. 4 und 5) und in der Folge steigt der tatsächliche elektrische Widerstand $WIST$ an, bis er in etwa dem gewünschten Widerstand $WSOLL$ entspricht. Die endgültige Position der Begrenzungslinie des unteren elektrischen Anschlusses 34 trägt in Fig. 4 das Bezugszeichen 42.

Um die Wärmestromdichte einzustellen, werden ferner die in Fig. 4 horizontalen abgedampften Bereiche 24 vergrößert. Die endgültige Begrenzung, bei welcher die elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 die gewünschte Wärmestromdichte aufweist, trägt in Fig. 4 das Bezugszeichen 44 (aus Darstellungsgründen ist auch dieses Bezugszeichen nur bei einem abgedampften Bereich 24 eingetragen).

In Fig. 6 ist eine plattenförmige Heizvorrichtung im Schnitt dargestellt. Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen umfasst sie nicht nur eine elektrisch leitende Widerstandsschicht, sondern zwei elektrisch leitende Widerstandsschichten 26a und 26b. Zwischen diesen ist eine elektrisch nicht leitende Zwischenschicht 46 vorhanden. Die Herstellung dieser elektrischen Heizplatte 28 erfolgt folgendermaßen:

Zunächst wird wie bei den obigen Ausführungsbeispielen ein elektrisch leitendes Material auf einen plattenförmigen Träger 12 aufgebracht. Die Aufbringung erfolgt dabei flächig durch thermisches Spritzen in einer Art und Weise, dass die hieraus entstehende Materialschicht zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist. Anschließend wird mittels Laserstrahlung die Materialschicht bereichsweise (Bezugszeichen 24a) derart abgedampft, dass eine elektrisch leitende Widerstandsschicht 26a erzeugt wird, welche die gewünschte Form aufweist.

Auf die fertige elektrisch leitende Widerstandsschicht 26a wird im weiteren Verlauf des Herstellungsvorgangs die elektrisch isolierende Zwischenschicht 46 aufgebracht. Dann wird der oben beschriebene Vorgang wiederholt, d. h. es wird wieder elektrisch leitendes Material mittels thermischem Spritzen auf die nicht leitende Zwischenschicht 46 flächig derart aufgebracht, dass eine hieraus entstandene zweite Materialschicht im Wesentlichen noch nicht die gewünschte Form aufweist. Diese wird dann mittels Laserstrahlung bearbeitet und bereichsweise (Bezugszeichen 24b) derart abgedampft, dass eine zweite elektrisch leitende Widerstandsschicht (26b) in der gewünschten Form entsteht.

In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Material der elektrisch leitenden Schicht so gewählt, dass anstelle einer elektrischen Heizschicht eine elektrische

Kühlschicht gebildet wird.

In einem anderen nicht dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Temperatur der Heizschicht durch einen keramischen Schalter überwacht. Hierunter wird ein nicht-mechanischer Schalter verstanden, welcher ein Element aufweist, dessen Leitfähigkeit in erheblichem Umfang von seiner Temperatur abhängt. Alternativ kann auch ein Bimetallschalter verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26; 26a, 26b), bei dem ein elektrisch leitendes Material (18) mittels thermischem Spritzen (16) auf einen nicht leitenden Untergrund (12; 12, 46) aufgebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das elektrisch leitende Material (18) flächig derart aufgebracht wird, dass eine hieraus entstandene Materialschicht (14) zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist, und danach die Materialschicht (14) bereichsweise derart entfernt wird (24; 24a, 24b), dass eine elektrisch leitende Widerstandsschicht (26; 26a, 26b) entsteht, welche im Wesentlichen die gewünschte Form hat.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das bereichsweise Entfernen der Materialschicht mittels Laserstrahlung oder mittels eines Wasserstrahls oder mittels eines Pulver-Sandstrahls erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass während des bereichsweisen Entfernens (24) der Materialschicht (14) der elektrische Widerstand (WIST) der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26) wenigstens mittelbar erfasst wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Istwert (WIST) des elektrischen Widerstands der elektrisch leitenden Widerstandsschicht mit einem Sollwert (WSOLL) verglichen und durch bereichsweises Entfernen (24) zusätzlichen elektrisch leitenden Materials (38, 42) der elektrische Widerstand (WIST) der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26) derart verändert wird, dass die Differenz zwischen Istwert (WIST) und Sollwert (WSOLL) reduziert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassung des Istwerts (WIST) des elektrischen Widerstands der elektrisch leitenden Widerstandsschicht und die Reduktion der Differenz zwischen Istwert (WIST) und Sollwert (WSOLL) parallel erfolgen.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Materialschicht (14) derart entfernt wird (24), dass an mindestens einer Stelle der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26) eine Soll-Schmelzstelle (30) im Sinne einer Schmelzsicherung entsteht.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Materialschicht (18) derart entfernt wird (24), dass die elektrisch leitende

Widerstandsschicht (26) wenigstens bereichsweise mäanderförmig ist.

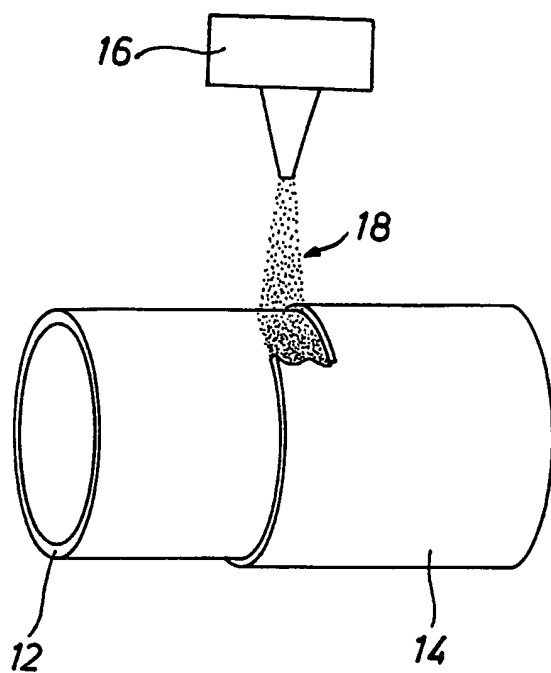
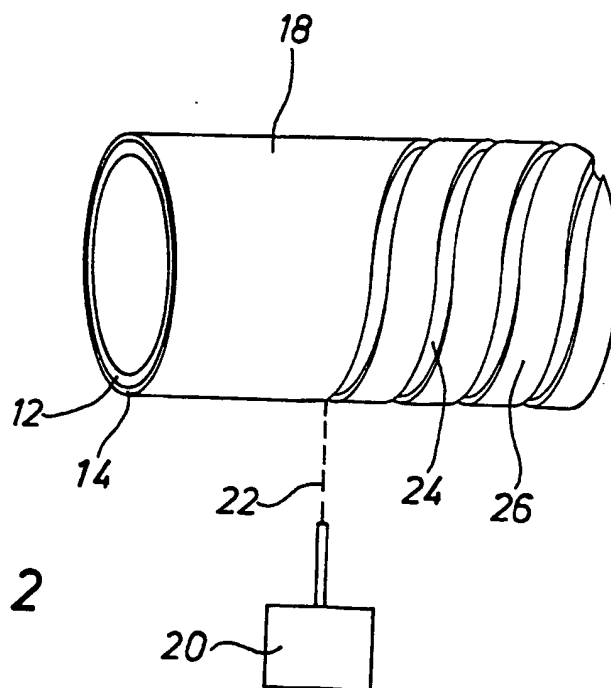
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem bereichsweisen Entfernen (24a) der Materialschicht und der Fertigstellung der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26a) auf diese eine nichtleitende Zwischenschicht (46) aufgebracht, danach ein elektrisch leitendes Material mittels thermischem Spritzen auf die nicht leitende Zwischenschicht (46) flächig derart aufgebracht wird, dass eine hieraus entstandene Materialschicht zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist, und danach die Materialschicht bereichsweise derart entfernt wird (24b), dass eine zweite elektrisch leitende Widerstandsschicht (26b) entsteht, welche die gewünschte Form hat.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrisch leitende Material Bismut, Tellurium, Germanium (18), Silizium, und/oder Galliumarsenid umfasst.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrisch leitende Material (18) durch Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Lichtbogenspritzen,

Autogenspritzen, Laserspritzen, oder Kaltgasspritzen (16) aufgebracht wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrisch leitende Material (18) so aufgebracht und die Materialschicht (14) bereichsweise so entfernt wird (24) und ein solches Material umfasst, dass eine elektrische Heizschicht (26) oder eine elektrische Kühlschicht gebildet wird.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der örtliche elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Widerstandsschicht durch eine lokale Wärmebehandlung eingestellt wird.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitende Widerstandsschicht versiegelt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Versiegeln mittels Silikon, Polyimid, oder Wasserglas erfolgt.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Versiegeln unter Vakuum erfolgt.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der nichtleitende Untergrund Glas umfasst.
17. Heiz- und/oder Kühlvorrichtung (28), mit einem nicht leitenden Untergrund (12; 12, 46) und einer auf den Untergrund (12; 12, 46) durch thermisches Spritzen (16) aufgetragenen elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26; 26a, 26b), dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitende Widerstandsschicht (26; 26a, 26b) ein durch thermisches Spritzen (16) zunächst flächig aufgetragenes elektrisch leitendes Material (18) umfasst, welches danach bereichsweise entfernt (24; 24a, 24b) und so in eine gewünschte Form gebracht wurde.

1 / 3

*Fig. 1**Fig. 2*

2 / 3

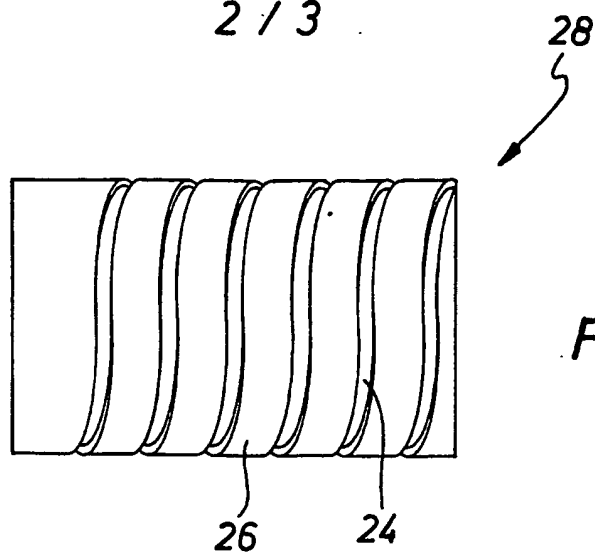


Fig. 3

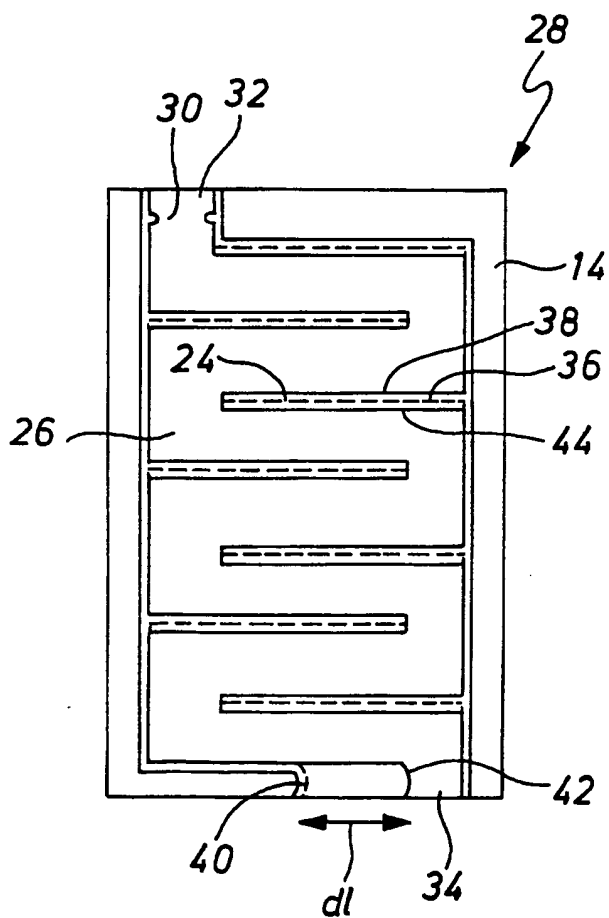


Fig. 4

3 / 3

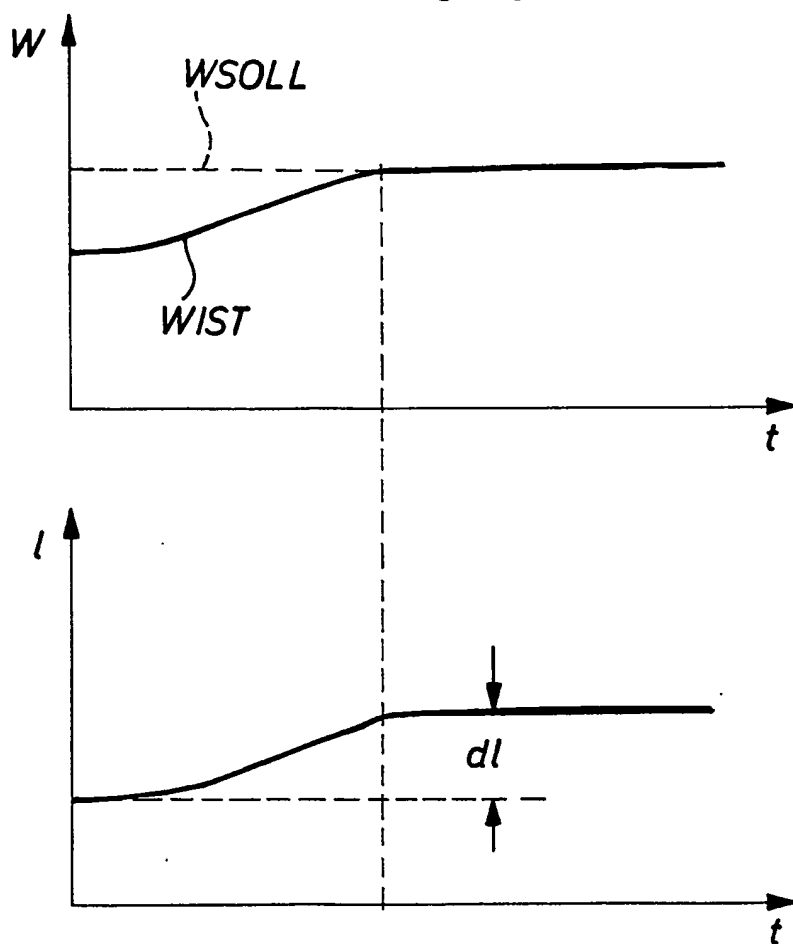


Fig. 5

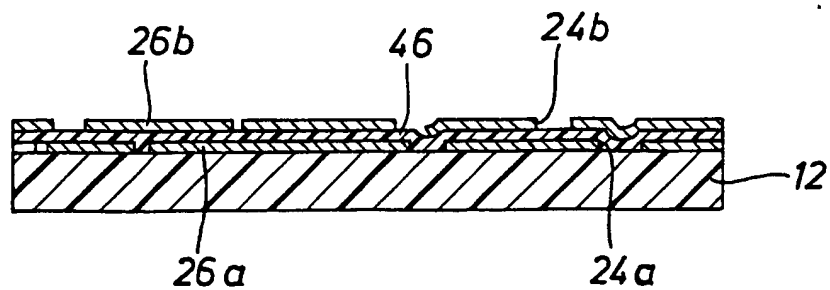


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)